

*Diógenes, Daniel*

## Obesidad y entrenamiento intermitente

---

**10mo Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias**

*9 al 13 de septiembre de 2013*

**CITA SUGERIDA:**

*Diógenes, D. (2013) Obesidad y entrenamiento intermitente [en línea]. 10mo Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias, 9 al 13 de septiembre de 2013, La Plata. En Memoria Académica. Disponible en:*

*[http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.3159/ev.3159.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3159/ev.3159.pdf)*

Documento disponible para su consulta y descarga en **Memoria Académica**, repositorio institucional de la **Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE)** de la **Universidad Nacional de La Plata**. Gestionado por **Bibhuma**, biblioteca de la FaHCE.

Para más información consulte los sitios:

<http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar>

<http://www.bibhuma.fahce.unlp.edu.ar>



Esta obra está bajo licencia 2.5 de Creative Commons Argentina.  
Atribución-No comercial-Sin obras derivadas 2.5

## **Obesidad y entrenamiento intermitente**

### **Autores:**

Diógenes Daniel, Centro de Salud Espacio Zen, La Plata, Argentina.

### **Resumen**

Cuando se piensa en la planificación de un programa de ejercicios físico para personas con obesidad, la gran mayoría de los programas apuntan a entrenamientos de tipo aeróbico con intensidades entre el 40 y 70% del consumo máximo de oxígeno, con volúmenes que oscilan entre los 30-120 minutos.

Sin embargo, la literatura de estos últimos tiempos nos ha demostrado que los entrenamientos intermitentes de alta intensidad tienen efectos sumamente beneficiosos para mejorar la calidad de vida de esta población.

Esta revisión, resaltaré los resultados de algunos estudios que han utilizado el entrenamiento de alta intensidad y sus efectos alcanzados sobre, la tolerancia a la glucosa, resistencia a la insulina, modificaciones en el consumo máximo de oxígeno, como así también, las adaptaciones logradas en el músculo esquelético y una mayor utilización de la oxidación de la grasas

**Palabras claves:** obesidad, resistencia a la insulina, prescripción, composición corporal.

### **Ponencia**

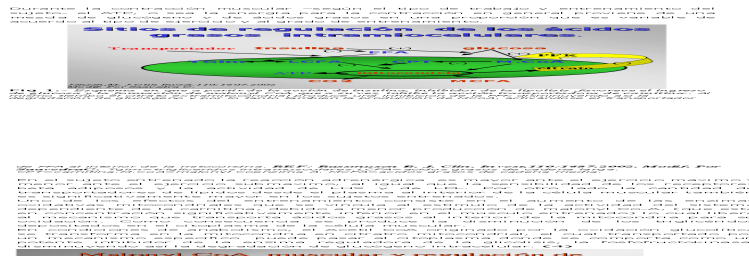
Las alteraciones asociadas al sobrepeso y obesidad pueden ser independientemente modificadas por el cambio en la condición físico-muscular del individuo (1).

Entre las enfermedades metabólicas modernas se cuentan el anormal aumento de la glucemia y la trigliceridemia, hecho que es más frecuente y de mayor magnitud en los sujetos sedentarios con respecto a los físicamente entrenados activos. Esta observación permite deducir que el tejido muscular juega un rol fundamental en la mantención de los mencionados sustratos dentro de los parámetros normales. A pesar de este hecho categórico, el tejido muscular ha sido puesto en segundo plano en las investigaciones de interés (2).

El metabolismo de la glucosa y de los AG (ácidos grasos) se interrelacionan en varios puntos, tanto en los caminos anabólicos como catabólicos.

### Inhibidores e inhibidos

En condiciones de anabolismo la glucosa se transforma sucesivamente en Acetil-CoA y en malonyl Co-A, que es un metabolito intermediario de la síntesis de “novo” de los ácidos grasos. Los ácidos grasos que ingresan al sarcolema requieren de la actividad en parte de un sistema transportador, uno de los más importante es la carnitina, que permitirá el ingreso a la mitocondria para su metabolización. Este mecanismo transportador es inhibido por la malonyl Co-A, en otros términos: durante el anabolismo, una vez completados los depósitos de glucosa, su exceso se destina a la síntesis de ácidos grasos al mismo tiempo que se forma un metabolito que retarda su oxidación. En este momento el balance energético y de grasa es positivo.



Uno de los efectos del entrenamiento consiste en el aumento de las enzimas oxidativas mitocondriales, que se vinculan al estímulo de la actividad del sistema dependiente de la carnitina, debido a la menor producción de malonylCoA (que está en concentraciones significativamente menor en el músculo entrenado), lo cual libera al mecanismo que transporta ácidos grasos al interior de la mitocondria para su oxidación. Como consecuencia se produce la disminución de triglicéridos depositados en el citoplasma de la célula muscular (3).

Lo descrito anteriormente tiene importantes repercusiones en la actividad de la insulina, ya que las enzimas responsables de la acción insulínica son inhibidas por la excesiva acumulación de triglicéridos intramusculares. Esta interferencia se debe a una menor translocación del transportador de la glucosa (GLUT4) desde el citoplasma a la membrana muscular. Este efecto indeseado por los triglicéridos es

compensado por el ejercicio, que por estimular procesos como la depleción de los depósitos de glicógeno y la translocación de GLUT4, favorece el traspaso de la glucosa sanguínea al músculo ejercitado.

#### Esquema de ejercicio adecuado y efectivo

Dos vías de estimulación del GLUT4 en las que se puede observar que con las modificaciones en las concentraciones provocadas por el ejercicio, sobre las concentraciones de calcio, de óxido nítrico de AMP y ATP, se estimulan proteínas kinasas que permiten la translocación de GLUT4 por una vía distinta a la cascada de señales estimulada por la insulina(figura 2).

(Figura 2).

## GLUT4

#### Evidencia en entrenamiento intermitente de alta intensidad

Por ejercicio intermitente se entiende aquel que por lo elevado de su intensidad no puede sostenerse continuamente y se aplica con intervalos de recuperación incompleta.

El ejercicio intermitente de alta intensidad, estimula más eficazmente la síntesis de proteínas estructurales y funcionales del tejido muscular, que el continuado de baja intensidad como el caminar.

Los protocolos de ejercicios intermitentes de alta intensidad varían considerablemente pero típicamente involucran piques repetidos a máxima

intensidad seguidos por ejercicios de baja intensidad o pausa. La duración del tiempo de ejercicio y pausa varía entre 6 segundos a 4 minutos. La mayoría de los piques son hechos en bicicletas estáticas a una intensidad del 90% del consumo máximo de oxígeno ( $\text{Vo}_2$  máximo) (4)

Los protocolos más utilizados para investigación han sido los de wingate test que consisten en 30 segundos de esfuerzo a máxima velocidad con una alta resistencia. Los sujetos realizan el Wingate de 4 a 6 veces con una pausa de 4 minutos por sesión. Esta cantidad de ejercicio se realiza típicamente 3 veces por semana durante 2 a 4 semanas.

Con este tipo de entrenamiento han sido alcanzadas una gran variedad de adaptaciones del músculo esquelético; sin embargo como este protocolo es extremadamente duro, los sujetos deben estar altamente motivados para tolerar el disconfort que acompaña al ejercicio. Por lo tanto, es probable que el protocolo de Wingate sea inadecuado para la mayoría de los sujetos con sobrepeso y sin entrenamiento.

Otros protocolos de ejercicios intermitentes menos demandantes también han sido utilizados, como por ejemplo 8 segundos de piques en bicicleta seguidos por 12 segundos de baja intensidad por un periodo de 20 minutos.

Entonces en vez de 4 a 6 piques por sesión usando el protocolo de wingate, los sujetos utilizan un protocolo de 60 repeticiones de pique por 8 por 12 segundos. El tiempo total de pique es de 8 minutos y el de pausa con pedaleo a baja intensidad es de 12 minutos. Utilizando el protocolo de Wingate el tiempo de ejercicio es generalmente entre 3-4 minutos.

#### Adaptaciones agudas y crónicas al ejercicio intermitente de alta intensidad

Por respuesta aguda se entiende al cambio provocado por el ejercicio que tiene lugar durante la práctica y en las horas posteriores inmediatas. Mientras que los efectos crónicas, son las modificaciones (morfo-funcionales) más o menos permanentes mediadas por el tiempo de entrenamiento (5).

Entre las respuestas agudas al ejercicio intermitente de alta intensidad podemos mencionar a la frecuencia cardíaca, hormonas, glucosa, lactato en sangre, respuesta autónoma y reactividad metabólica.

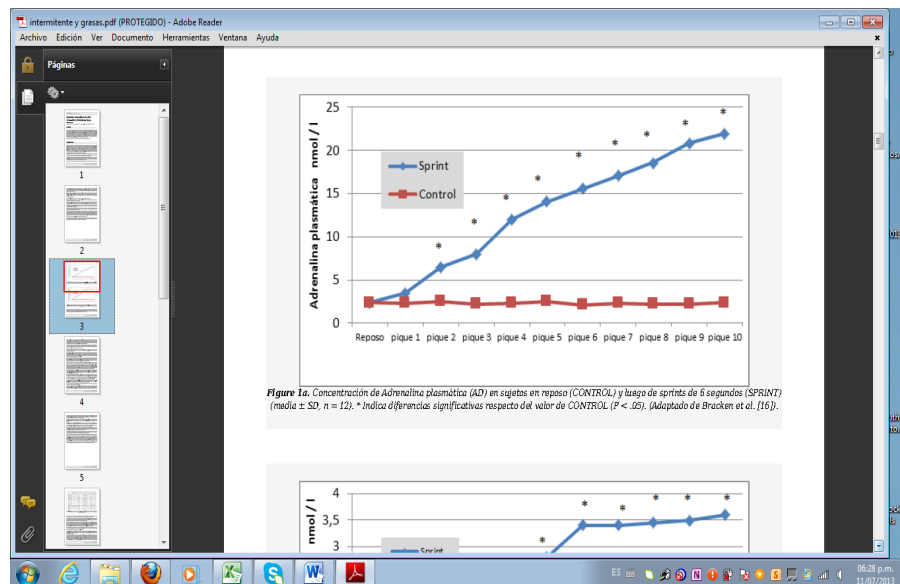
Frecuencia cardíaca: la respuesta de la frecuencia cardíaca depende de la naturaleza del protocolo utilizado, con Wingate se reportaron picos de 170 latidos por minutos luego de 30 segundos de actividad máxima en bicicleta.

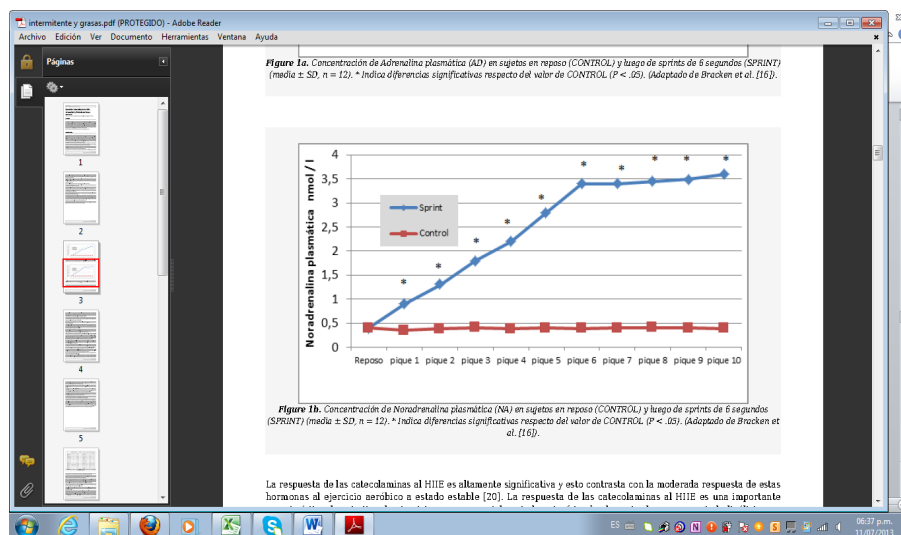
La respuesta cardíaca a un protocolo de 8 x 12 segundo esta alrededor de los 150 latidos por minutos en los primeros 5 minutos y luego se eleva a 170 latidos por minutos a los 15 minutos, en este protocolo hay una disminución de 5-8 latidos por minutos cada 12 segundos de recuperación.

Entre las hormonas que se elevan en el ejercicio se cuentan las catecolaminas, el cortisol y la hormona de crecimiento.

Se examinaron la respuesta de las catecolaminas en 12 de hombres que realizaron sprint de 6 segundos en bicicletas por 30 segundos de recuperación (6).

La epinefrina plasmática se elevó 6,3 veces (fig.1 a) mientras que la norepinafrina lo hizo 14,5 veces al finalizar el ejercicio (fig.1 b).





La respuesta de las catecolaminas a ejercicios intermitente es altamente significativa y esto contrasta con la moderada respuesta de estas hormonas al ejercicio aeróbico de estado estable. La respuesta de las catecolaminas es una importante característica de este tipo de ejercicios ya que especialmente la epinefrina ha demostrado que aumenta la lipólisis y es altamente responsable de la liberación de grasa subcutánea e intramuscular.

La respuesta al Lactato venoso a protocolos de Wingate tiene respuestas típicas de entre 6 a 13 mmolxL<sup>-1</sup>. Algunos estudios demuestran que protocolos intermitentes de alta intensidad de 8/12 segundos durante 20 minutos incrementaron el lactato plasmático entre 2 y 4 mmolxL<sup>-1</sup> luego de transcurridos 5 minutos de ejercicios en mujeres ciclista y mujeres desentrenadas. El lactato subió de 4 a 5 mmolxL<sup>-1</sup> a luego de 15 minutos de ejercicio intermitente. A pesar del aumento del lactato en los ejercicios intermitentes, parece que el transporte de ácido grasos también se incrementó. Por ejemplo 20 minutos (8/12) produce incrementos en los niveles de glicerol indicando la liberación de ácidos grasos, el cual tuvo de pico luego de 20 minutos en mujeres desentrenadas y 10 minutos en entrenadas (7).

Este tipo de entrenamiento genera un aumento sanguíneo significativo de glucosa que permanece elevado luego de 5 y 30 minutos postejercicio. El ejercicio intermitente parece tener un mayor efecto en los niveles de glucosa en sujetos

diabéticos tipo 1. Se examinó la habilidad de un pique máximo de 10 segundos para prevenir los riesgos de hipoglucemia típicos experimentados luego de ejercicios aeróbicos de moderada intensidad en diabéticos tipo 1. Veinte minutos de ejercicios aeróbicos de moderada intensidad resultaron en una caída significativa de la glucemia. Sin embargo 1 pique de 10 segundos a máxima intensidad al final de 20 minutos de ejercicio aeróbico moderado evito la caída de la glucemia luego de 120 minutos, mientras que la glucemia disminuyo cuando este pique no se realizó. La estabilización de la glucemia con los piques fue asociada al elevado nivel de catecolaminas, hormonas de crecimiento y cortisol.

Con respecto a la respuesta metabólica, el ejercicio intermitente resulta en un principio en una disminución de los depósitos de (ATP) y (PCr) seguida por una disminución de los de glucógeno a través de la glucolisis anaeróbica.

Algunos estudios (8) sugieren que durante la parte final de los ejercicios intermitentes la resíntesis de ATP deriva principalmente de la degradación de los triglicéridos musculares y PCr.

Estos tipos de entrenamientos han mostrado una mejora en el rendimiento aeróbico, algunos estudios demuestran que utilizando algunos protocolos (Wingate) durante 2 semanas, con 3 sesiones por semana que consistía en 4-6 Wingate con 4 minutos de recuperación. Hombres no entrenados incrementaron su Vo2 máximo un 7%. Protocolos de 6-8 semanas de duración han producido aumentos del 4% y 6-8%. Entrenamientos más largos que utilizaron Wingate, 12 a 24 semanas han tenidos aumentos más grandes en el VO2 máximo 41% y 46% en pacientes diabéticos o sujetos cardiacos de la tercera edad. Protocolos menos intensos (8/12 segundos) con duración más largas de 15 y 12 semanas resultaron el aumento del 24% y 18% del VO2 máximo. (Ver cuadro 1)



Cuadro 1.

Los mecanismos que explican la respuesta del rendimiento aeróbico al ejercicio intermitente no están claras sin embargo la degradación de la fosfocreatina es un factor muy importante. También se señala, al volumen sistólico por aumento de la contractibilidad cardiaca (8), el aumento de la capacidad oxidativa mitocondrial, y el incremento de la capacidad de difusión del musculo esquelético (9).

Hay evidencia que demuestra que la capacidad muscular aeróbica se incrementa luego de los ejercicios intermitentes debido al aumento en la PGC-1 a mediante transcripción (10) ocurriendo vía activación de la AMPK.

En referencia a la resistencia de la insulina como respuesta a los entrenamientos intermitentes, se puede apreciar un marcado incremento que va del 23 al 33% en sujetos no diabéticos, mientras que en sujetos diabéticos tipo 2 se han reportados aumentos en el rango del 46 al 58%.Cuadro 2.

Table 2: Comparison of physiological and anthropometric parameters between the intermittent exercise group and the control group over 15 weeks. The tables show data for various parameters such as heart rate, blood pressure, body weight, body fat percentage, and waist circumference. The intermittent exercise group shows significant improvements (decreases in weight and fat, increases in heart rate and blood pressure) compared to the control group.

Cuadro 2



### Ejercicio intermitente aeróbico de alta intensidad y pérdida de grasa

Estudios recientes condujeron a programas de ejercicios de 15 semanas de duración con 3 sesiones semanales de 20 minutos con mujeres jóvenes. Los resultados mostraron que el grupo de ejercicio intermitente perdió más grasa subcutánea (2.5kg) comparado con el grupo de ejercicio aeróbico estable (figura 3).

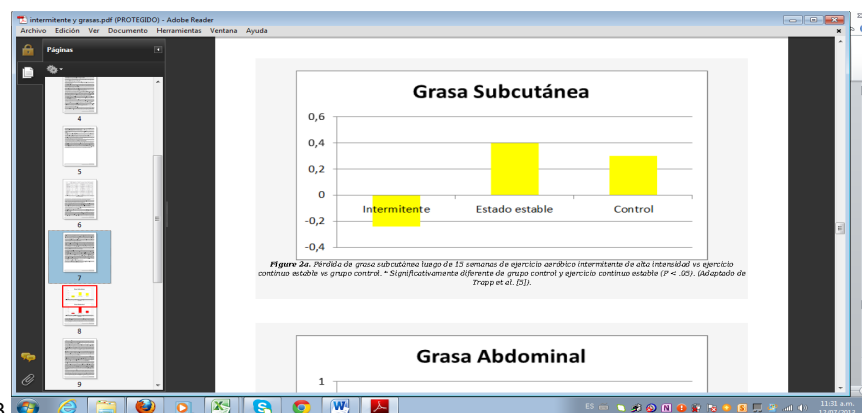
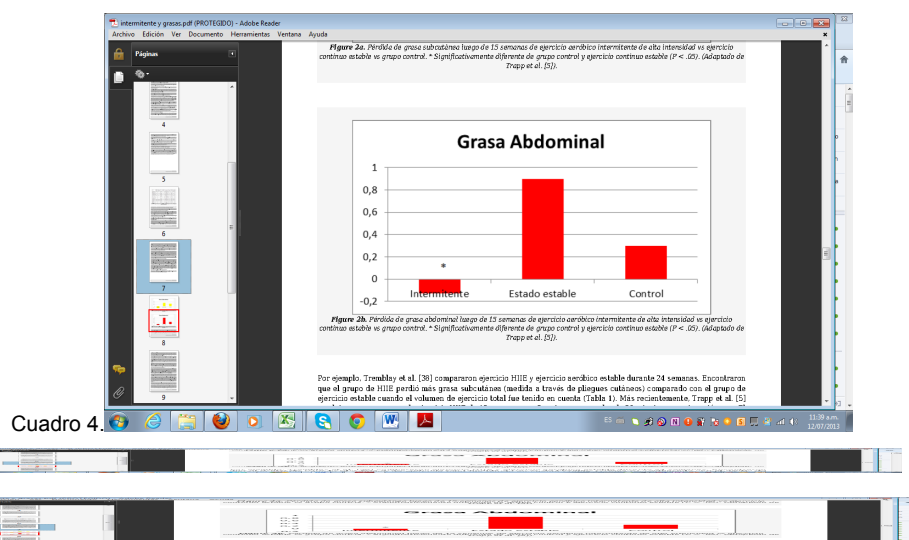


Figura 3.



Con respecto a la grasa abdominal se encontró que 15 semanas de ejercicio intermitente llevo a una reducción de 0.15kg en mujeres jóvenes no entrenadas (cuadro 4).



Interesantemente, la perdida mayor de grasa fue encontrada en dos estudios que utilizaron sujetos con sobrepeso y diabetes tipo 2 ( $BMI > 29,5 \text{ kg/m}^2$ ), dados estos resultados se espera una perdida mayor en sujetos con obesidad.

## Conclusiones

El ejercicio intermitente ha mostrado un aumento significativo del rendimiento aeróbico y anaeróbico y una disminución de la resistencia a la insulina. También género un aumento de transporte de los ácidos grasos en el músculo esquelético y un aumento de las enzimas glucolíticas. Algunos temas importantes en el futuro de las investigaciones sobre los ejercicios intermitentes incluyen la optimización de los protocolos, las respuestas individuales de la perdida de grasa y la aplicación de este tipo de ejercicios sobre poblaciones especiales.

Determinar la capacidad funcional del sujeto es un pre-requisito indispensable para adecuar la programación del ejercicio a las características y capacidades del individuo, con el fin de alcanzar el objetivo biológico perseguido ya que no es

similar la carga o dosis de trabajo requerido para prevenir o tratar una sarcopenia o una osteopenia que para contrarrestar la hipertensión o reducir la glucemia.

Exercise is medicine!!! Los ejercicios se prescriben. (yo no terminaría diciendo que el ejercicio es medicina, más bien es salud!!!)

## Bibliografía

1. Blair, S. Fitness like cardiovascular risk factor. International J. of Obesity and related metabolic disorders. Julio 2002.
2. Saavedra, C. Congreso Latinoamericano de Obesidad. Agosto 2007.
3. Jensen, M., Ekberg, K. Lipid metabolism during fasting. Am J. Physiol. Endocrinol. Metab. 281, E783, 2001.
4. A. E. Tju00f8nn, T. O. Stu00f8len, A. Bye et al. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescent. Clinical Science. Vol. 116. no. 44. pp. 317-326. 2009.
5. Kesaniemi y col., 2001

6. R. M. Bracken. D. M. linnane, and S. Broocks. Plasma catecholamine and neprine responses to brief intermittent maximal intensity exercise. *Amino acids*, vol 36, pp. 209-217 (2009).
7. E. G. Trapp. D. J. Chisholm, and S. H. Boutcher. Metabolic response of trained and untrained women during high intensity intermittent cycle exercise. *American journal of Physiology*. Vol. 293.no. 6.pp.R2370-R2375 (2007).
8. G. C. Gaitanos. C. Williams, L. H. Boobis, and S. Brooks. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of applied physiology*. Vol. 75, no. 2, pp. 712-719 (1993)
9. J. Helgerud, K. Høydal, E. Wang et al. Aerobic high-intensity intervals improve  $\dot{V}_{O_{2\max}}$  more than moderate training. *Medicine and Science in Sports and exercise*, vol. 39, no. 4, pp. 665-671(2007).
10. S. A. Slørdahl, E. Wang. J. Hoff. O. J. Kemi. B. H. Amundsen, and J. Helgerud. Effective training for patients with intermittent claudication. *Scandinavian Cardiovascular Journal*, vol. 39, no. 4, pp. 244-249 (2005).
11. J. P. Little, A. Safdar, N. Cermak, M. A. Tarnopolsky, and M. J. Gibala. Acute endurance exercise increases nuclear abundance of PGC-1  $\alpha$  in trained human skeletal muscle. *American Journal Physiology*, vol. 298, no, pp. R912-R917 (2010).